Arnaldoa 24 (1): 351 - 358, 2017
http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24117

ISSN: 1815-8242 (edición impresa)
ISSN: 2413-3299 (edición online)

Efecto de los exudados radiculares de la “higuerilla” *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) en la mortalidad de larvas de *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae)

Effect of root exudates of “castor oil plant” *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) on mortality of white larvae of *Gymnetis bonplandii S*chaum (Coleoptera, Scarabaeidae)


Andie Alexander Gonzáles Díaz & Juan Carlos Cabrera La Rosa
Escuela de Ingeniería Agrónoma, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego.
Av. América Sur 3145, Urb. Monserrate, Trujillo, PERÚ
agonzalesd1@upao.edu.pe; jcabreral@upao.edu.pe



Recibido: 5-I-2017; Aceptado: 22-III-2917; Publicado: VI-2017; Edición online: 02-VI-2017

Resumen

Los exudados radiculares son metabolitos secundarios secretados por la raíz, que cumplen diferentes funciones en la naturaleza. En la literatura, existe poca información sobre el efecto de estas sustancias en la biota del suelo. En esta investigación se estudia el efecto de los exudados de cinco ecotipos de "higuerilla" *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) sobre las larvas de primer estadio de *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae), una plaga subterránea muy común en suelos con alto contenido de materia orgánica. Los cinco ecotipos de "higuerilla" fueron sembrados en bolsas de polietileno en un diseño completo al azar con nueve repeticiones y un testigo. Dos larvas de primer estadio provenientes de una crianza de laboratorio fueron acondicionadas en jaulas diseñadas especialmente para confinar larvas en el suelo. A los siete días se evaluó la mortalidad de las larvas y los datos fueron corregidos considerando la mortalidad natural con la fórmula Schneider-Orelli, previo al ANVA y la prueba de comparación de Duncan usando el programa SPSS. Los resultados indicaron que los cinco ecotipos tuvieron efecto letal sobre las larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum y el rango de mortalidad osciló entre el 30 y 90 %, pudiendo ser utilizados como componentes biológicos en el manejo de plagas.

Palabras clave: exudados radiculares, *Ricinus communis*, Euphorbiaceae, *Gymnetis bonplandii*, Coleoptera, Scarabaeidae.

Abstract

Root exudates are secondary metabolites secreted by the root, which have different functions in nature. In the literature, there is little information about the effect of these substances on underground biota. In this research, we studied the effect of root exudates of five ecotypes of "castor oil plant" *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) on the first instar larvae of *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae), a common underground pest under high organic matter soil. The five ecotypes of castor oil plant were planted in polyethylene bags in a random complete design with nine replicates and a control. Two first instar larvae from laboratory rearing were conditioned in specially designed cages to confine larvae in the soil. Data of seven-day larval mortality was corrected considering natural mortality using Schneider-Orelli's formula prior to ANOVA and Duncan comparison test using the SPSS statistical program. These results indicate that the five ecotypes had lethal effect on first instar larvae of *G. bonplandii* Schaum and mortality ranged between 30 and 90 %, therefore they may be used as biological components in pest management.

Keywords: root exudates, *Ricinus communis*, Euphorbiaceae, *Gymnetis bonplandii*, Coleoptera, Scarabaeidae.

Introducción

La información de los escarabajos *Gymenetis bonplandii* Schaum es muy poco conocida (Puker *et al.*, 2014). Esta especie pertenece a la sub familia Cetoniinae, son escarabajos de colores vistosos que poseen diseños y patrones de coloración distintivos; son de forma ovalada-alargada y robustos (Suárez & Amat-García, 2007); se encuentran distribuidos en las regiones tropicales y subtropicales (Morelli, 2000). Los adultos producen daños en frutos como "vid" y "mango" (Gómez & Farroñan, 2015) y las larvas, llamadas también "gallinas ciegas", se alimentan de raíces, incluyendo la "vid" y el "espárrago", pudiendo adquirir importancia económica (Mondaca, 2012). El daño por estas larvas se observa como raíces cortadas y, en casos extremos éstas son destruidas totalmente, lo cual afecta el crecimiento de la planta y como consecuencia se secan y mueren (Rodríguez, 2007).

En general, las plantas producen una gran cantidad y diversidad de compuestos orgánicos que no parecen tener una función

directa con el crecimiento y desarrollo, estas sustancias se conocen como metabolitos secundarios (Taiz & Zeiger, 2006) las cuales van a influir en el crecimiento de sistemas biológicos y agrícolas. Estos metabolitos secundarios que intervienen en fenómenos alelopáticos se denominan aleloquímicos y se han propuesto cuatro mecanismos para su excreción al medio, éstos son: la volatización, el lixiviado, la descomposición de la planta en el suelo y los exudados radiculares (Oliveros *et al*., 2009).

Los exudados radiculares están presentes en una zona de la raíz llamada rizósfera la cual es rica en nutrientes (Gnanamanickam, 2007) y juegan un papel muy importante en la composición y crecimiento de aquellos organismos que viven en la rizósfera, aunque las plantas usan estos compuestos químicos como mecanismo de defensa (Bais *et al*., 2006).

La herbivoría es el consumo de partes de la planta por un organismo (Valverde *et al*., 2005), en la raíz puede inducir la producción y liberación de metabolitos secundarios como mecanismo de defensa (Blossey & Hunt, 2003), además, el daño en la parte aérea también promueve la exudación de compuestos en la raíz (Thelen *et al*., 2005).

La "higuerilla" (*R. communis*) presenta sustancias químicas con efectos insecticidas y nematicidas (Sakure *et al*., 2012). Los extractos acuosos de "higuerilla" tienen propiedades nematicidas sobre *Radopholus similis* (Arboleda *et al*., 2010) que afecta a las raíces de algunos cultivos, así también, sobre el nemátodo del nudo *Meloidogyne incognita* en laboratorio (Vinueza *et al*., 2006).

La agricultura moderna comprende el desarrollo de componentes que contribuyan a generar productos limpios que no afecten al medio ambiente (Canuto, 1998). Uno de estos componentes puede ser la alelopatía, el cual, es un proceso que involucra metabolitos secundarios producidos por plantas, algas, bacterias u hongos, que influyen en el crecimiento de sistemas biológicos y agrícolas (Oliveros *et al*., 2009). El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de mortalidad de los exudados radiculares de la "higuerilla" *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) sobre las larvas de la plaga *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae).

Material y métodos

La investigación se realizó en las instalaciones del insectario de Entomología de la Universidad Privada Antenor Orrego, Campus II en la ciudad de Trujillo, Longitud: 78° 59′ 19.350800514″ O, Latitud: 8° 6′ 32.122915589″ S, Altitud: 45 msnm de enero a abril 2013, temperatura promedio de 20 °C y humedad relativa de 93%.

Se usaron larvas de primer estadio (1,5cm) del escarabajo *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae), provenientes de una crianza mantenida en laboratorio, este estadío presenta un promedio de 38,54 días de duración (Gonzáles, 2013) y cinco ecotipos de "higuerilla" *R. communis* cuyas semillas fueron diferenciados por el color, tamaño y peso. El ecotipo 1 es considerado silvestre por su menor tamaño y los otros son ecotipos cultivados.

Las observaciones se basaron en el efecto de las raíces de "higuerilla" *R. communis* sobre larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum en bolsas de polietileno de 9 kg de capacidad, de tamaño 42 x 14,5 x 12 cm con sustrato que contenía dos partes de arena y una de humus de lombriz.

Se diseñó una jaula cilíndrica (Fig. 1) que permitió una mejor evaluación y búsqueda de la larva en el interior de las bolsas de polietileno; permitió que las condiciones ambientales sean similares al

sustrato exterior de la jaula cilíndrica; así mismo, impidió la salida de la larva, pero, permitió la penetración y crecimiento de raíces en el interior. La jaula cilíndrica tuvo tres aberturas laterales y una superior, todas estuvieron cubiertas con tela organza. Las jaulas cilíndricas se colocaron a 5 cm de la superficie del suelo y se sembraron los cinco ecotipos de "higuerilla" a 3 cm de la superficie. Se incluyó un testigo bajo el mismo procedimiento excepto la siembra de la higuerilla.

Al cabo de tres semanas, dos larvas de primer estadio del escarabajo *G. bonplandii* Schaum fueron acondicionadas por un agujero hacia el interior de las jaula cilíndricas. Después de siete días, tiempo que se optó para inducir a la larva a alimentarse de las raíces se extrajeron de la jaula cilíndrica y se evaluó la mortalidad a las 9 de la mañana. Se evaluó la mortalidad de las larvas observando la reacción a la punción de un pincel.

El diseño estadístico empleado fue completamente al azar, los tratamientos fueron los cinco ecotipos, un testigo sin "higuerilla" y nueve repeticiones (Fig. 2).

Se utilizó la fórmula Schneider-Orelli para corregir los resultados con la mortalidad natural obtenida durante las dos primeras semanas de vida seguidamente se realizó el ANVA y una prueba de Duncan.

Resultados y discusión

Se registró la mortalidad de larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum expuestas a las raíces de cinco ecotipos de "higuerilla" *R. communis* (Fig. 3). Estos resultados se corrigieron con la fórmula de Schneider-Orelli (Tabla 1).

Las raíces de cultivares mejorados presentan exudados radiculares con mayor efecto sobre los organismo vivos que en cultivares comunes (Yuxiang *et al.*, 2008; Nóbrega *et al.*, 2005). En el estudio se determinó que las raíces del ecotipo 1 (Ecotipo común) tuvieron poco efecto sobre las larvas. El ecotipo 5 (Ecotipo mejorado) también presentó bajo efecto debido al mayor tiempo para germinar y no tuvo una suficiente masa radicular para penetrar la jaula cilíndrica. En los ecotipos 2, 3 y 4 (ecotipos mejorados) tuvieron un gran desarrollo de raíces que penetraron y desarrollaron en el interior de la jaula cilíndrica (Tabla 2), esto demuestra que la mortalidad sobre las larvas es mayor cuando hay gran cantidad de raíces. El testigo presentó mortalidad mínima (Fig. 4). Las larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum durante el tiempo que estuvieron en la jaula cilíndrica, se alimentaron de las raíces de "higuerilla", debido a que fue el único alimento disponible. Cuando la larva se alimentó de las raíces de *R. communis* se produjo la mortalidad de las larvas, en comparación con el testigo. Los exudados liberados por las raíces deben haber causado la muerte de las larvas utilizadas en el experimento. Las larvas muertas presentaron un desecamiento en todo el cuerpo (Fig. 5).

Conclusiones

Todos los ecotipos de "higuerilla" *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) tuvieron un efecto mortal sobre las larvas de primer estadio de *G. bonplandii* Schaum, el rango de mortalidad osciló entre el 30 y 90 %.

Se determinó una correlación entre los ecotipos 2, 3, y 4 de *R. communis* tuvieron mayor desarrollo radicular y presentaron mayor mortalidad sobre las larvas de *G. bonplandii* Schaum.

El efecto de mortalidad estuvo en relación a mayor masa radicular y a las

características del ecotipo mejorado versus el silvestre lo que se reflejó en una mayor mortalidad sobre las larvas.

Agradecimientos

A los estudiantes y tesistas que trabajaron en el insectario de la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) durante el período 2012-2013.

Literatura citada

Arboleda, F.; O. Guzmán & J. Restrepo. 2010. Efecto *in vitro* de extractos acuosos de "higuerilla" (*Ricinus communis* L.) sobre el nemátodo barrenador (*Radopholus similis* (Coob) Thorrne)). Agronomía (Manizales). 18(2): 25-36.

Bais, H.; T. Weir; L. Perry; S. Gilroy & J. Vivanco. 2006. The role of root exudates in Rhizosphere Interactions with plants and other organism. Annual Review of Plant Biology. 57:233-66.

Blossey, B. & T. Hunt. 2003. Belowground herbivory by insect: influence on plants and aboveground herbivores. Annual Review Entomology.48:521-47.

Canuto, J. 1998. Agricultura Ecológica en Brasil. Tesis de Doctorado. Universidad de Córdoba, España. 254pp.

Gnanamanickam, S. 2007. Plant-Associated Bacteria. Springer Press, Dordrecht, Netherlands.712 pp.

Gómez, E. & F. Farroñan. 2015. Ciclo biológico de *Gymnetis* sp. (Coleóptera: Scarabaeidae) y valoración de las estrategias para su manejo, en el cultivo de "vid" en Lambayeque. Empresa Agrícola San Juan S. A. Tesis de Grado. Facultada de Agronomía. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque. Perú. 139 pp.

Gonzáles, A. 2013. Efecto de los exudados radicualres de la "higuerilla" *Ricinus communis* en la sobrevivencia de larvas de *Gymneti*s sp. (Coleóptera Scarabaeidae). Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú. 124 pp.

Morelli, E. 2000. Descripción de la larva y la pupa de *Paragymnetis chalcipes* (Gory & Percheron, 1833) (Coleóptera, Scarabaeidae, Cetoniinae). Acta Zool. Mex.80: 155-165.

Mondaca, J. 2012. *Paranomala undulata peruviana* (Scarabaeidae: Rutelinae): Un nuevo escarabajo exótico introducido en Chile. Revista Chilena de Entomologia. 37: 75-80.

Nóbrega, F.; I. Santos; M. Cunha; A. Carvalho & V. Gomes. 2005. Antimicrobial proteins from cowpea root exudates: inhibitory activity against *Fusarium oxysporum* and purification of a chitinase-like protein. Plant and Soil. 272: 223-232.

Oliveros, A.; F. Macías; C. Carrera; D. Martin & J. Molinillo. 2009. Exudados de la raíz y su relevancia actual en la interacciones alelopáticas. Química Novoa.32 (1): 198 – 213.

Puker, A.; H. Ad'vincula; V. Korasaki; F. Ferreira & J. Orozco. 2014. Biodiversity of Cetoniinae Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) inintroduced and native habitats In the Brazilian Atlantic forest. *Entomological Science.* 17(3): 309-315.

Rodríguez, C. 2007. Sistematización de las Experiencias en el Manejo de la "gallina ciega" *Phyllophaga* spp., (Coleóptera: Scarabaeidae), en el cultivo de "Esparrago" (*Asparagus officinalis* L.), en la agroexportadora Agrícola Agroverde, S. A.Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.45 pp.

Sakure, A.; H. Dhaduk & D. Mehta. 2012. Castor bean (*Ricinus communis* L.): Morphological Genetic Diversity.Lambert Academic Publishing. 52pp.

Suárez, M. & G. Amat-García. 2007. Lista de especies de los escarabajos fruteros (Melolonthidae: Cetoniinae) de Colombia. *Biota Colombiana.* 8(1): 69-76.

Taiz, L. & E. Zeiger. 2006. Fisiología Vegetal. Publicacions de la Univerisat Jaume I, Castellón de la Plana, España.1338 pp.

Thelen, G.; J. Vivanco; B. Newingham; W. Good; H. Bais; P. Landres; A. Caesar & R. Callaway. 2005. Insect herbivory stimulates allelopathic exudation by an invasive plantand the suppression of natives. Ecology Letters.8 (2): 209–217.

Valverde, T.; J. Meave; J. Carabias & Z. Cano-Santana. 2005. Ecología y medio ambiente. Pearson Educación, Naucalpan de Juárez, México. 240 pp.

Vinueza, S.; R. Crozzoli & G. Perichi. 2006. Evaluación *in vitro* de extractos acuosos de plantas para el control del nematodo agallador *Meloidogyne incognita*. Fitopatologia Venezolana 19 (2): 26-31.

Yuxiang, W.; F. Weiping; Z. Shuijin; J. Kuiying & J. Daofan. 2008. The effects of cotton root exudates on the growth and development of *Verticillium dahlia*. Frontiers of Agriculture in China 2 (4): 435–440.

ANEXOS

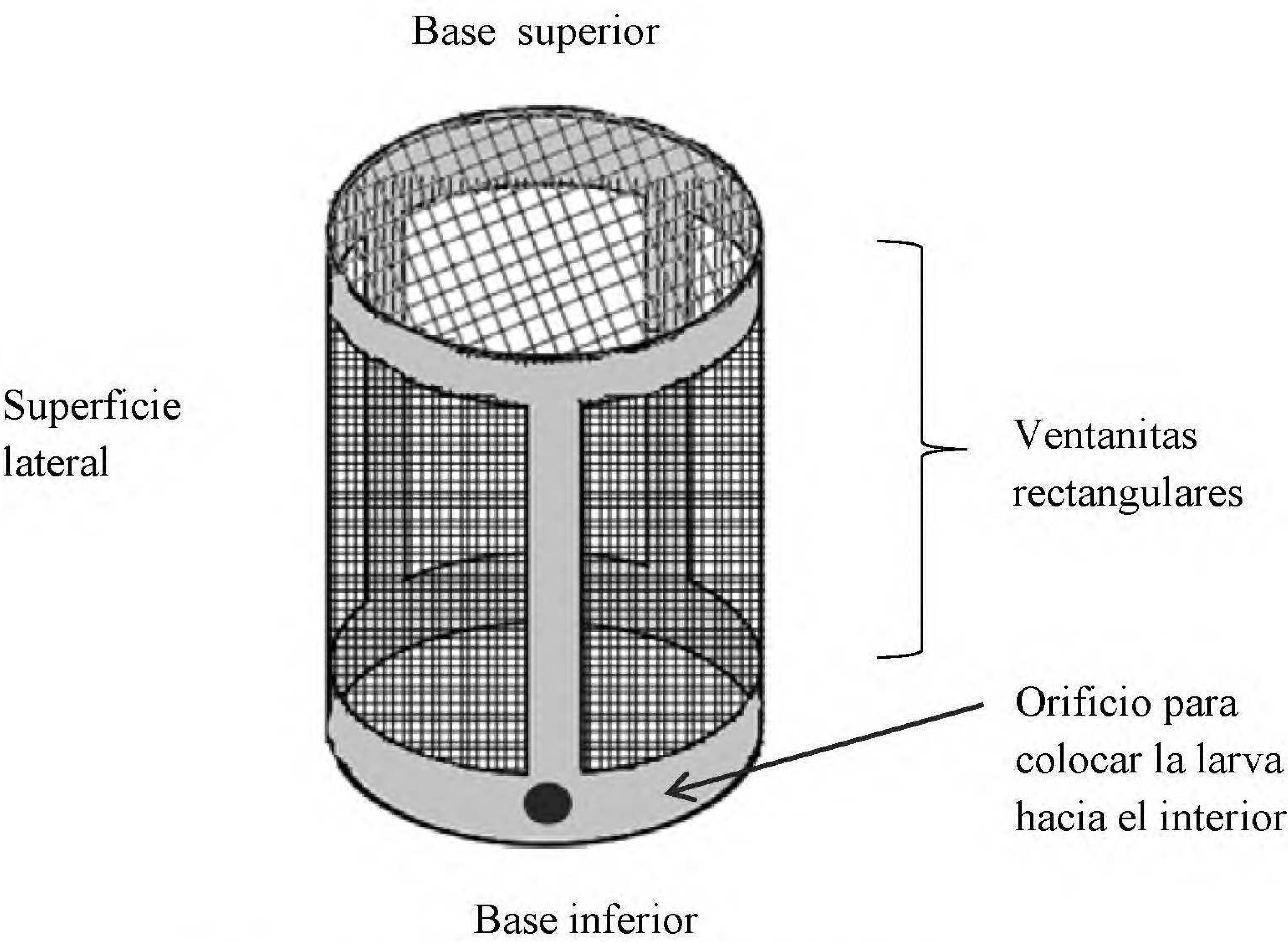


Fig. 1. Diseño de la jaula cilíndrica. Original del autor.

T2R1	T3R7	T5R1	T2R3	T1R9
T5R5	T2R7	Testigo	T4R5	T3R5
T4R8	T3R6	T1R3	T2R4	T5R2
T1R1	T5R8	T1R7	T3R9	T3R3
Testigo	T2R9	T2R6	T1R4	T4R6
T2R8	T5R7	T4R7	Testigo	T1R6
T4R1	T5R4	T1R8	T4R3	T2R5
T4R2	Testigo	T3R4	T5R6	Testigo

Fig. 2. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales en el ensayo. Original del autor

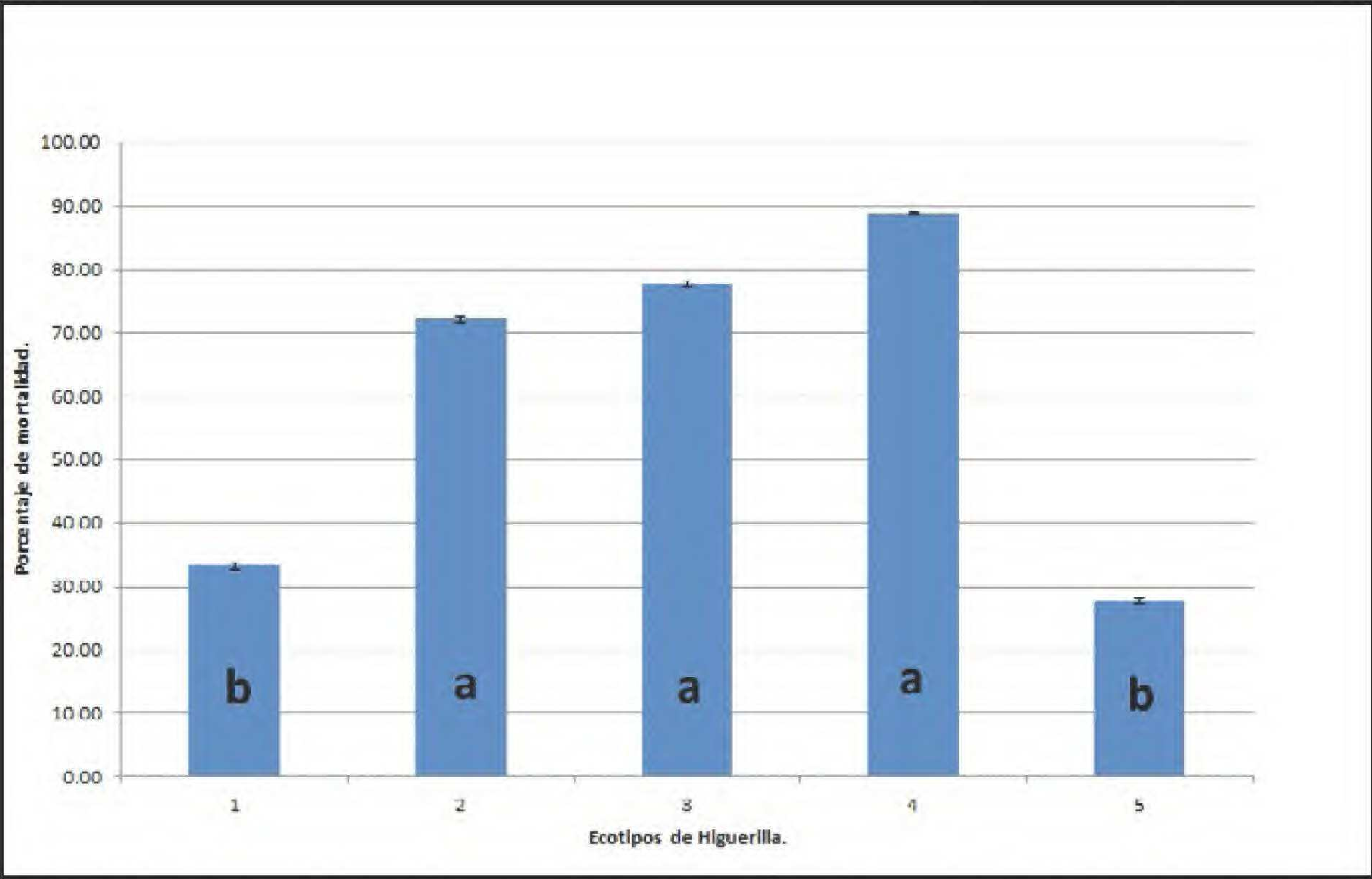


Fig. 3. Mortalidad de los exudados radiculares de cinco ecotipos de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) sobre las larvas del primer estadio de *Gymnetis bonplandii* Schaum.

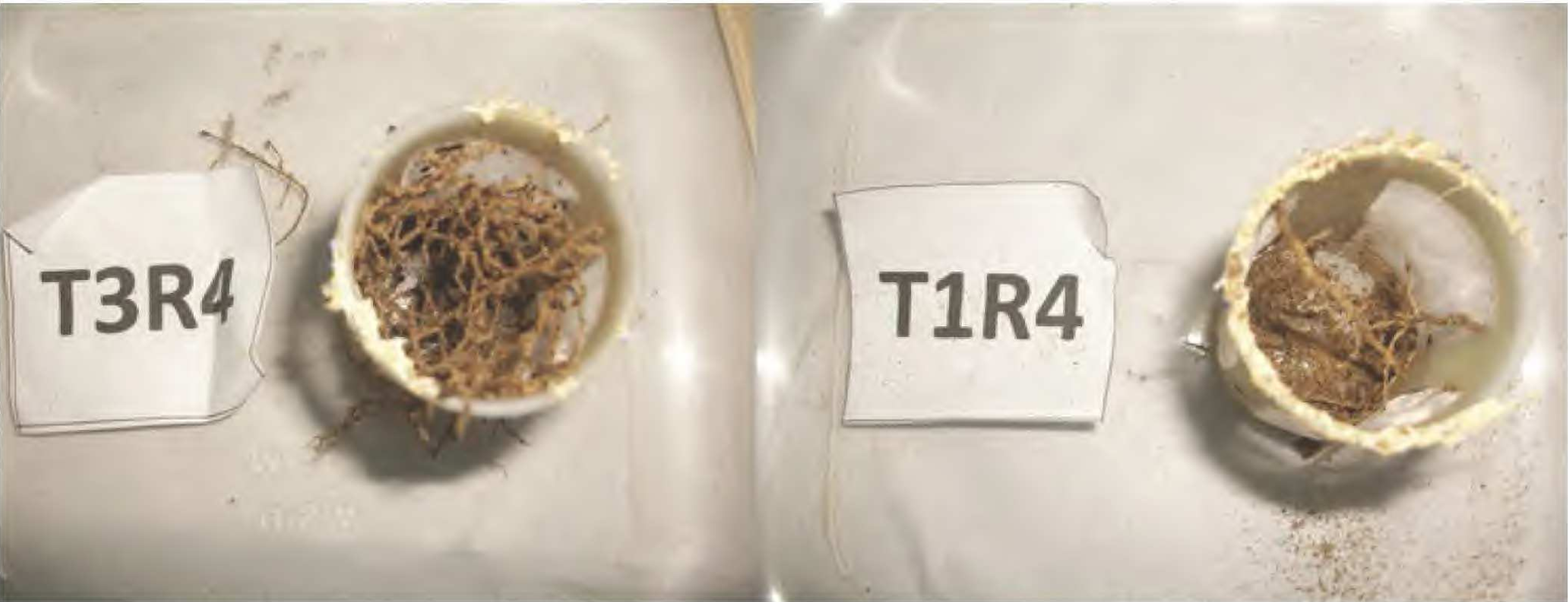


Fig. 4. Diferencias entre las raíces que penetraron en el interior de la jaula cilíndrica. Origen del autor.



Fig. 5. Diferencias entre larvas. A. Larva sana de primer estadio de *Gymnetis bonplandii* Schaum (testigo); B. Larva afectada por los exudados radiculares de "higuerilla". Origen del autor.

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de *Gymnetis bonplandii* Schaum (Coleoptera, Scarabaeidae) corregida con la fórmula de Schneider-Orelli.

Tratamiento	% Mortalidad
Ecotipo 4	87,85 ± 0,32 %
Ecotipo 3	75,70 ± 0,43 %
Ecotipo 2	69,62 ± 0,46 %
Ecotipo 1	27,08 ± 0,49 %
Ecotipo 5	21,01 ± 0,46 %
Testigo	8,86 ± 0,38 %

Tabla 2. Peso de raíces que lograron penetrar la jaula cilíndrica, durante el experimento de exudados radiculares, significancia 0,05.

Ecotipo	Peso (gramos) ± D.E	
Ecotipo 4	0,19 ± 0,09	a
Ecotipo 3	0,19 ± 0,16	a
Ecotipo 2	0,10 ± 0,10	ba
Ecotipo 1	0,03 ± 0,04	b
Ecotipo 5	0,04 ± 0,07	b